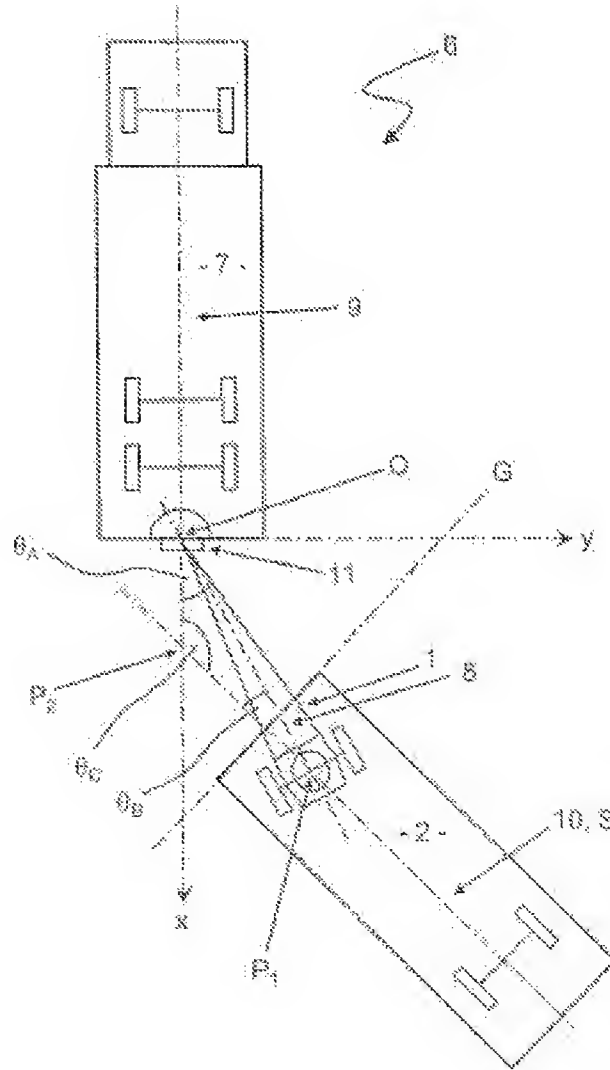


METHOD FOR DETERMINING SHAFT AND TRAILER ANGLES**Publication number:** WO2006042665 (A1)**Publication date:** 2006-04-27**Inventor(s):** GEHRING OTTMAR [DE]; HOLZMANN FREDERIC [DE];
PAASCHE SASCHA [JP]; SCHWARZHAUPT ANDREAS [DE];
SPIEGELBERG GERNOT [DE]; SULZMANN ARMIN;
WIRNITZER JAN [DE]**Cited documents:**DE19526702 (A1)
FR2666295 (A1)**Applicant(s):** DAIMLER CHRYSLER AG [DE]; GEHRING OTTMAR [DE];
HOLZMANN FREDERIC [DE]; PAASCHE SASCHA [JP];
SCHWARZHAUPT ANDREAS [DE]; SPIEGELBERG GERNOT
[DE]; SULZMANN ARMIN; WIRNITZER JAN [DE]**Classification:****- international:** **B62D13/06; B62D13/00****- European:** G06T7/00P; B60D1/167; B60D1/58; B62D13/06; B62D15/02D10**Application number:** WO2005EP10920 20051011**Priority number(s):** DE200410050149 20041015; DE200510042957 20050909**Abstract of WO 2006042665 (A1)**

The invention relates to a method for determining at least one shaft angle (OA) and trailer angle (OB) for the trailer of an articulated train, wherein characteristic edges and lines of at least the shaft and the front side of the trailer are determined from the video stream of an imaging sensor, particularly a laser scanner, wherein at least the shaft angle (OA) and trailer angle (OB) are determined from the geometric ratios and/or relative position thereof in relation to each other.



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. April 2006 (27.04.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/042665 A1

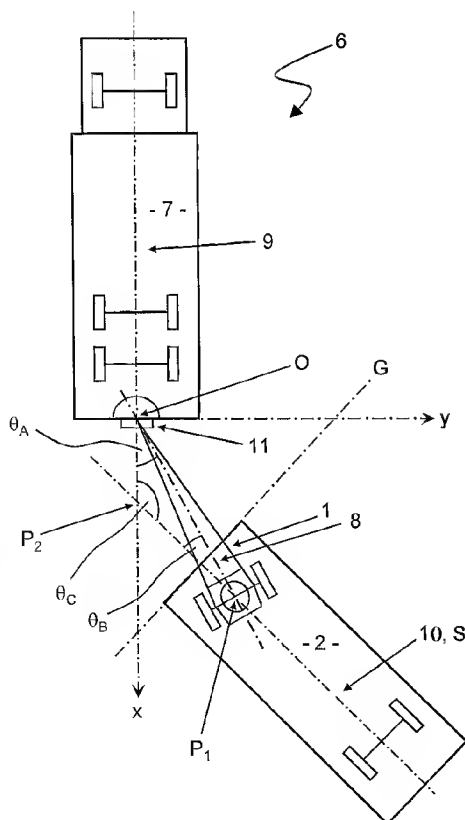
- (51) Internationale Patentklassifikation:
B62D 13/06 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/010920
- (22) Internationales Anmeldedatum:
11. Oktober 2005 (11.10.2005)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2004 050 149.1
15. Oktober 2004 (15.10.2004) DE
10 2005 042 957.2
9. September 2005 (09.09.2005) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): DAIMLERCHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestr. 225, 70567 Stuttgart (DE).

- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GEHRING, Ottmar [DE/DE]; Kelterstrasse 45, 71394 Kernen (DE). HOLZMANN, Frédéric [FR/DE]; Kremmlerstrasse 77, 70579 Stuttgart (DE). PAASCHE, Sascha [DE/JP]; Garden Himonya Annex #300, 4-4-15 Himonya, Meguro-Ku, 150-0003 Tokyo (JP). SCHWARZHAUPT, Andreas [DE/DE]; Lindenbergstrasse 30, 76829 Landau (DE). SPIEGELBERG, Gernot [DE/DE]; Blossenbergstrasse 44, 71296 Heimsheim (DE). SULZMANN, Armin [DE/—]; Plankstädter Strasse 18, 68723 Oftersheim (DE). WIRNITZER, Jan [—/DE]; Winnender Str. 24/2, 71404 Korb (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AT, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING SHAFT AND TRAILER ANGLES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG VON DEICHSEL- UND TRAILERWINKEL



(57) Abstract: The invention relates to a method for determining at least one shaft angle (θ_A) and trailer angle (θ_B) for the trailer of an articulated train, wherein characteristic edges and lines of at least the shaft and the front side of the trailer are determined from the video stream of an imaging sensor, particularly a laser scanner, wherein at least the shaft angle (θ_A) and trailer angle (θ_B) are determined from the geometric ratios and/or relative position thereof in relation to each other.

(57) Zusammenfassung: Es werden Verfahren zur Bestimmung mindestens des Deichselwinkels (θ_A) und des Trailerwinkels (θ_B) eines Anhängers eines Gelenkzuges beschrieben, bei denen aus einem Videostrom eines bildgebenden Sensors, insbesondere eines Laserscanners, charakteristische Kanten und Linien mindestens der Deichsel und der Vorderseite des Anhängers ermittelt werden, aus deren geometrischen Verhältnissen und/oder relativen Lage zueinander mindestens der Deichselwinkel (θ_A) und der Trailerwinkel (θ_B) des Anhängers bestimmt werden.

WO 2006/042665 A1



GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), curasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Verfahren zur Bestimmung von Deichsel- und Trailerwinkel

Technisches Gebiet:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung mindestens des Deichsel- und Trailerwinkels eines Anhängers eines Gelenkzuges gemäß der Gattung des Patentanspruchs 1 sowie gemäß der Gattung des Patentanspruchs 10.

Stand der Technik:

Zur Unterstützung eines Fahrers eines aus Zugfahrzeug und Anhänger bestehenden Lastzuges, insbesondere beim Rückwärtsfahren, ist es wünschenswert, den Trailerwinkel zwischen Zugfahrzeug und Anhänger (auch als „Anhängewinkel“ bezeichnet) zu kennen, beispielsweise um Lenkhinweise zum punktgenauen rückwärts Anfahren einer Rampe geben zu können oder das Rückwärtsfahren automatisch ausführen zu lassen oder um die Außenspiegel auf das Ende des Lastzuges auszurichten und nachzuführen.

Für solche Anwendungen ist es bekannt, den Trailerwinkel zwischen Zugfahrzeug und Anhänger, beispielsweise zwischen Sattelschlepper und Sattelaufliieger eines Sattelzuges mittels mechanischer Geber zu bestimmen, verbunden mit dem Nachteil der Gefahr einer Beschädigung dieser Geber beim Ankuppeln des Anhängers oder durch Verschmutzung.

Aus der JP 2002-012172 und der JP 2002-068032 ist eine Vorrichtung zur Bestimmung des Trailerwinkels bei einem Sattelzug mittels einer an dem Sattelschlepper montierten, nach hinten auf die Vorderseite des Sattelaufhängers gerichteten Kamera bekannt, wobei an der Vorderseite und an den anschließenden Längsseiten des Sattelaufhängers Markierungen angeordnet sind, aus deren Sichtbarkeit und Position in dem Kamerabild Rückschlüsse auf den Trailerwinkel gezogen werden, beispielsweise um beim Rückwärtsfahren einen oder mehrere Rückspiegel auf das Ende des Lastzuges auszurichten oder nachzuführen. Dies wird dadurch ermöglicht, dass bei einem Sattelzug die Sichtbarkeit derartiger Markierungen eindeutig einem bestimmten Trailerwinkel zugeordnet werden können.

Derartige Vorrichtungen weisen den Nachteil auf, dass die am Anhänger angeordneten Markierungen im Alltagseinsatz von Nutzfahrzeugen leicht beschädigt, verschmutzt, verdeckt oder weggerissen werden können, so dass dann eine Erkennung des Trailerwinkels nicht mehr möglich ist.

Bei einem aus Zugfahrzeug und Anhänger, der eine mit einer Deichsel verbundene lenkbare Vorderachse aufweist, bestehenden Gelenkzug (auch als „Gliederzug“ bezeichnet), gestaltet sich die Erkennung des Trailerwinkels im Vergleich zu einem Sattelzug ungleich schwieriger, da der Anhänger über die Deichsel, welche ein zusätzliches Gelenk bildet, mit dem Zugfahrzeug verbunden ist. So müssen beispielsweise, um beim Rückwärtsfahren Lenkhinweise an den Fahrer ausgeben zu können oder um die Rückspiegel auf das Ende des Lastzuges auszurichten und nachzuführen, neben anderen Größen (insbesondere die Abmessungen des Lastzuges betreffende Größen), mindestens zwei der folgenden Winkel

- Deichselwinkel zwischen Zugfahrzeug und Deichsel,

- Trailerwinkel,
- Drehwinkel zwischen Anhänger und Deichsel
(„Anhängerlenkwinkel“)

bekannt sein, um die Position des Endes des Lastzuges zu kennen oder dessen Bewegungsbahn beim Rückwärtsfahren vorherzusagen.

Dabei ist es grundsätzlich denkbar, den Drehwinkel zwischen Anhänger und Deichsel mittels mechanischer Geber zu bestimmen, wobei beispielsweise zur Vorhersage der Bewegungsbahn des Anhängers zusätzlich der Deichselwinkel zwischen Zugfahrzeug und Deichsel bestimmt werden muss. Ein zu diesem Zweck im Bereich der Maulkupplung zwischen Deichsel und Zugfahrzeug angeordneter mechanischer Geber ist dabei sehr hohen mechanischen Belastungen und in hohem Maße Schmutz und Staub ausgesetzt, so dass dessen zuverlässige Funktion nicht sichergestellt werden kann. Darüber hinaus weist eine derartige Kombination den Nachteil auf, dass die Messwerte insbesondere eines am Anhänger angeordneten mechanischen Gebers zur Messung des Drehwinkels zum Zugfahrzeug übertragen werden müssen, was einen hohen Aufwand insbesondere im Hinblick auf die standardisierten Elektroverbindungen bei Lastzügen darstellt.

Eine Erfassung des Trailerwinkels bei einem Gelenkzug ähnlich den in der JP 2002-012172 und der JP 2002-068032 beschriebenen Vorrichtungen mittels am Anhänger angeordneter Markierungen, welche von einer Kamera erkannt werden, scheitert daran, dass die Positionen der Markierungen im Kamerabild bei einem Gelenkzug nicht wie bei einem Sattelzug eindeutig einem bestimmten Trailerwinkel zuordenbar sind, da das Gelenk zwischen der Kupplung am Zugfahrzeug und der Deichsel einen zusätzlichen Freiheitsgrad für den Trailerwinkel bietet.

In der deutschen Patentanmeldung DE 103 22 829 A1 ist ein elektronisches Steuerungssystem für Fahrzeuge, insbesondere Glieder- und Sattelzüge beschrieben, das mit Hilfe eines Rückfahr-Algorithmus und einem elektronisch ansteuerbaren Antriebsstrang das automatische Rückwärtsfahren ermöglicht. Der Antriebsstrang umfasst dabei ein Antriebsaggregat, ein Getriebe, eine Lenkungsanlage, eine Bremsanlage sowie eine Niveauregulierungsanlage. Das Steuerungssystem berechnet mit Hilfe eines Bahnrechners eine Bewegungsbahn, die eine Abfolge von Bewegungsvektoren bereitstellt, mit deren Hilfe das Fahrzeug von einer Startposition in eine Zielposition überführt werden kann. Die Startposition kann dabei durch Istwerte für die Lage und Position des Fahrzeugs definiert werden, die mit Hilfe einer geeigneten Lage- und Positionsbestimmungseinrichtung, z.B. eine Radar-Anlage, bestimmbar sind. Für die Zielposition werden Sollwerte für die Lage und Position des Fahrzeugs verwendet, die mit Hilfe einer Zieleingabeeinrichtung vorgebar sind. Der Bahnrechner übermittelt dabei die ermittelten Bewegungsvektoren über eine Antriebsstrang-Schnittstelle zur Steuereinrichtung, über die auch die fahrzeugfeste Bedieneinrichtung die Bewegungsvektoren an die Steuereinrichtung übermittelt. Das Steuerungssystem kann dabei eine Sensorik umfassen, mit deren Hilfe der Bahnrechner Fahrzeug-Umgebungsbedingungen wie z.B. Abstandswerte berücksichtigen kann. Bei einem Gelenkzug, bei dem der Anhänger über eine Deichsel mit dem Zugfahrzeug gekoppelt ist, können ferner Knickwinkelsensoren vorgesehen sein, die den Knickwinkel zwischen Deichsel und Anhänger (Anhängerlenkwinkel) und/oder den Knickwinkel zwischen Deichsel und Zugfahrzeug (Deichselwinkel) ermitteln. Das Steuerungssystem ist insbesondere beim Rückwärtsanfahren einer Verladerampe nützlich.

Ein für die Berechnung des Soll-Anhängerlenkwinkels geeignetes Verfahren ist beispielsweise in der deutschen Patentanmeldung DE 103 22 828 A1 offenbart.

Technische Aufgabe der Erfindung:

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu entwickeln, welches mit möglichst einfachen Mitteln eine zuverlässige Bestimmung des Deichsel- und Trailerwinkels bei einem Gelenkzug ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche 1 und 10 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstände der abhängigen Patentansprüche.

Offenbarung der Erfindung und deren Vorteile:

Die Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Gattung bei einem ersten Gegenstand der vorliegenden Erfindung dadurch gelöst, dass aus einem mindestens zeitweilig, insbesondere beim Rückwärtsfahren des Zugfahrzeugs kontinuierlichen Videostrom eines vorzugsweise vom Zugfahrzeug auf den Anhänger gerichteten, bildgebenden Sensors, wie beispielsweise einer Videokamera, einem IR-Sensor oder einem LIDAR-Sensor, charakteristische Kanten und Linien mindestens der Deichsel und der Vorderseite des Anhängers ermittelt werden, aus deren geometrischen Verhältnissen und/oder relativen Lage zueinander, beispielsweise in einem seinen Koordinatenursprung im Brennpunkt des bildgebenden Sensors aufweisenden Koordinatensystem, mindestens der Deichselwinkel und der Trailerwinkel des Anhängers vorzugsweise kontinuierlich bestimmt wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren weist gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil auf, dass es ausschließlich durch Verwendung eines bildgebenden Sensors, beispielsweise einer Videokamera, und ohne zusätzliche Vorrichtungen, wie etwa Markierungen oder mechanische Geber, möglich ist, den Deichselwinkel und den Trailerwinkel des Anhängers eines Gelenkzuges zu bestimmen. Der bildgebende Sensor kann dabei wahlweise am Zugfahrzeug oder am Anhänger angeordnet werden, wobei vorzugsweise, insbesondere im Hinblick auf die Datenübertragung zum Zugfahrzeug, der bildgebende Sensor am Zugfahrzeug nach hinten, auf den Anhänger gerichtet angeordnet ist.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass zunächst anhand der relativen Lage und/oder der geometrischen Verhältnisse der charakteristischen Linien und Kanten der Deichsel zueinander vorzugsweise innerhalb eines frei wählbaren Koordinatensystems der Deichselwinkel zwischen Zugfahrzeug und Deichsel bestimmt wird und anschließend aufbauend auf der Kenntnis des Deichselwinkels anhand der relativen Lage und/oder der geometrischen Verhältnisse der charakteristischen Linien und Kanten mindestens der Vorderseite des Anhängers der Trailerwinkel zwischen Zugfahrzeug und Anhänger bestimmt wird. Bei Bedarf kann anschließend anhand des Trailerwinkels und des Deichselwinkels durch Subtraktion zusätzlich der Drehwinkel zwischen Anhänger und Deichsel bestimmt werden.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass zur Bestimmung der geometrischen Verhältnisse und der relativen Lage der charakteristischen Kanten und Linien der Deichsel und mindestens der Vorderseite des Anhängers ein Koordinatensystem, dessen Ursprung

vorzugsweise im Brennpunkt des bildgebenden Sensors liegt, verwendet wird.

Eine andere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass zur genauen Bestimmung des Deichsel- und/oder Trailerwinkels neben den geometrischen Verhältnissen und/oder der relativen Lage der charakteristischen Kanten und Linien jeweils der Deichsel und der Vorderseite des Anhängers zueinander, zusätzliche, anhängerspezifische Daten, insbesondere der Abstand des Drehpunktes der Deichsel von der Vorderseite des Anhängers, die Länge der Deichsel, sowie die Breite des Anhängers berücksichtigt werden, welche entweder beispielsweise vor, beim oder nach dem Ankuppeln eines Anhängers manuell eingegeben, einer Datenbank entnommen, oder während des Ankuppelns automatisch bestimmt werden. Insbesondere während des Ankuppelns ist es möglich, die Deichsellänge anhand des vom bildgebenden Sensor gelieferten Videostromes automatisch zu bestimmen, da zum Zeitpunkt des Ankuppelns das Zugfahrzeug mit dem Anhänger und der Deichsel annähernd in einer Linie steht. Eine derartige automatische Bestimmung der Deichsellänge während des Ankuppelns ist beispielsweise anhand der Gleichung

$$D = \frac{f \cdot W}{\text{abs}(L_y - R_y)} + d$$

möglich, wobei D die Deichsellänge, f die Brennweite des bildgebenden Sensors, d der Abstand zwischen dem Drehpunkt der Vorderachse des Anhängers und der Vorderseite des Anhängers und L_y und R_y die Abstände der linken und der rechten Seite der Vorderseite des Anhängers quer zur Blickrichtung des bildgebenden Sensors sind.

Eine zusätzliche, vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass zur Bestimmung

des Deichselwinkels zunächst eine 2D-Ableitung des Videostromes des bildgebenden Sensors und anschließend eine Umwandlung des Farb- oder Graustufenbildes des bildgebenden Sensors in eine reine Zweifarbdarstellung bewirkende Binärisierung mit einem voreinstellbaren, vorzugsweise beleuchtungsabhängigen Schwellenwert durchgeführt wird, so dass die charakteristischen Kanten und Linien der Deichsel, welche sich alle in einem Punkt unten im vom bildgebenden Sensor aufgenommenen Bild treffen, eindeutig hervortreten, wonach aus dem binärisierten Videostrom anschließend die charakteristischen Kanten und Linien mittels einer Hugh-Transformation gefiltert werden und ein Modell der Deichsel auf die gefilterten Kanten und Linien platziert wird, um anschließend mit einem den Blickwinkel des bildgebenden Sensors und damit die perspektivischen geometrischen Verhältnisse der charakteristischen Kanten und Linien berücksichtigenden Iterations-Algorithmus, beispielsweise einem Iterative Closest Point Algorithmus IPC, vorzugsweise von 0° an beginnend die Lage des Modells auf den gefilterten Kanten und Linien so weit zu optimieren, bis der tatsächliche Deichselwinkel gefunden ist.

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass zur Bestimmung des Trailerwinkels zusätzlich ein Modell der Vorderseite des Anhängers auf die nach der Hugh-Transformation gefilterten Kanten und Linien gelegt wird, welches ebenfalls durch einen den Blickwinkel des bildgebenden Sensors und damit die perspektivischen geometrischen Verhältnisse der charakteristischen Kanten und Linien berücksichtigenden Iterations-Algorithmus, beispielsweise einem Iterative Closest Point Algorithmus IPC, vorzugsweise von 0° an beginnend in seiner Lage auf den gefilterten Kanten und Linien so weit optimiert wird, bis die Lage des Modells mit

der Lage der charakteristischen Kanten und Linien der Vorderseite des Anhängers im Videostrom übereinstimmen, wobei anschließend anhand des Deichselwinkels und der Lage der charakteristischen Kanten und Linien der Vorderseite des Anhängers eine geometrische Berechnung des Trailerwinkels erfolgt.

Eine andere, besonders vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass zur Bestimmung des Trailerwinkels zwei vom Brennpunkt des bildgebenden Sensors ausgehende und an der linken und rechten Kante der Vorderseite des Anhängers jeweils unter einem Streifwinkel vorbeistreifenden Streiflinien verwendet werden, welche in ihre Komponenten in einem Koordinatensystem, dessen Ursprung vorzugsweise im Brennpunkt des vorzugsweise vom Zugfahrzeug gerade nach hinten gerichteten bildgebenden Sensors liegt, zerlegt werden, so dass eine Bestimmung des Trailerwinkels durch Lösung der Gleichungen

$$L_{(x,y)} = \begin{pmatrix} L_x \\ L_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} D \cdot \cos \theta_A + \frac{W}{2} \cdot \sin \theta_B - d \cdot \cos \theta_B \\ D \cdot \sin \theta_A + \frac{W}{2} \cdot \cos \theta_B + d \cdot \sin \theta_B \end{pmatrix}$$

$$R_{(x,y)} = \begin{pmatrix} R_x \\ R_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} D \cdot \cos \theta_A - \frac{W}{2} \cdot \sin \theta_B - d \cdot \cos \theta_B \\ D \cdot \sin \theta_A - \frac{W}{2} \cdot \cos \theta_B + d \cdot \sin \theta_B \end{pmatrix}$$

und

$$\theta_L = \arctan \frac{L_y}{L_x}$$

$$\theta_R = \arctan \frac{R_y}{R_x}$$

erfolgt, mit L als der Länge der Streiflinie links, R als der Länge der Streiflinie rechts, L_x und R_x jeweils als den Komponenten in der Blickrichtung des bildgebenden Sensors entsprechender x-Richtung und L_y und R_y jeweils als den Komponenten in quer zur Blickrichtung des bildgebenden

Sensors entsprechender y-Richtung der jeweiligen Streiflinie im Koordinatensystem mit Ursprung im Brennpunkt des bildgebenden Sensors, θ_L als dem im Bild gemessenen Streifwinkel zwischen der x-Koordinatenachse und der linken Streiflinie L, θ_R als dem im Bild gemessenen Streifwinkel zwischen der x-Koordinatenachse und der rechten Streiflinie (R) und d, D und W als dem Abstand des Drehpunktes der Deichsel von der Vorderseite des Anhängers, die Länge der Deichsel, sowie die Breite des Anhängers.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass zur Verbesserung der Genauigkeit zusätzlich ein Modell der Ladefläche auf im binärisierten Videostrom erkennbare charakteristische Kanten und Linien der Ladefläche gelegt wird.

Eine andere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass zusätzlich ein Kallmanns-Filter verwendet wird.

Ein zweiter Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Bestimmung mindestens des Deichselwinkels (θ_A) und des Anhängerwinkels (θ_B) eines Anhängers eines Gliederzugs, wobei aus einem Videostrom eines Laserscanners charakteristische Kanten und Linien mindestens der Deichsel und der Vorderseite des Anhängers ermittelt werden, aus deren geometrischen Verhältnissen und/oder relativer Lage zueinander mindestens der Deichselwinkel (θ_A) und der Trailerwinkel (θ_B) des Anhängers bestimmt werden. Das Verfahren weist erfindungsgemäß die folgenden Schritte auf:

- a) Ermittlung der Entfernungen zu Messpunkten (m_i) an der dem Zugfahrzeug zugewandten Vorderseite des Anhängers mit Hilfe des Laserscanners, wobei die Messpunkte (m_i) in der

Ebene eines zweidimensionalen kartesischen Koordinatensystems liegen, dessen Ursprung (O) der Laserscanner ist, vorzugsweise der Brennpunkt des Laserscanners und insbesondere der objektseitige Brennpunkt des Laserscanners, und dessen x-Achse parallel zur Längsachse des Zugfahrzeugs verläuft;

- b) Bestimmung einer Ausgleichsgeraden (G) durch alle zur dem Zugfahrzeug zugewandten Vorderseite des Anhängers gehörenden Messpunkte (m_i);
- c) Bestimmung einer die Mitte der Ausgleichsgeraden (G) schneidenden Senkrechten (S), wobei die Senkrechte (S) parallel zur Längsachse des Anhängers verläuft;
- d) Bestimmung des Drehpunkts (P_1) der Deichsel mit Hilfe der Länge der Deichsel (D) und der Lage der Senkrechten (S);
- e) Bestimmung des Schnittpunkts (P_2) der Senkrechten (S) mit der x-Achse;
- f) Bestimmung der Winkel (θ_A , θ_B , θ_C) in dem aus Ursprung (O), Drehpunkt (P_1) und Schnittpunkt (P_2) gebildeten Dreieck, wobei es sich
 - bei dem Winkel zwischen Längsachse der Deichsel und Längsachse des Zugfahrzeugs um den Deichselwinkel (θ_A) handelt;
 - bei dem Winkel zwischen den Längsachsen von Anhänger und Zugfahrzeug um den Trailerwinkel (θ_B) handelt;
 - und bei dem Winkel zwischen Längsachse des Anhängers und Längsachse der Deichsel um den Anhängerlenkwinkel (θ_C) handelt.

Dabei können bestimmte, für das erfindungsgemäße Verfahren erforderliche Daten, wie z.B. die Deichsellänge (D), bereits aus vorhergegangenen Messungen bekannt und beispielsweise in einer Datenspeichereinrichtung (Datenbank, Computer oder dergleichen) abrufbar hinterlegt sein, oder sie werden bei

Bedarf bestimmt, z.B. mit Hilfe des Laserscanners. Bei dem Laserscanner kann es sich um einen LIDAR-Sensor handeln.

Um aus den mit Hilfe des Laserscanners ermittelten Daten, insbesondere Entfernungs- und Abstandsdaten, die gewünschten Informationen zu gewinnen und v.a. die Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen, setzt man zweckmäßigerweise eine dafür geeignete Berechnungseinrichtung ein, vorzugsweise einen Computer mit einem oder mehreren für die Durchführung der erforderlichen Rechenoperationen geeigneten Programmen. Dafür geeignete Berechnungseinrichtungen, Computer und Programme sind dem Fachmann prinzipiell bekannt und werden daher der Kürze halber nicht näher erläutert.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, für Lenkhinweise bei der Rückwärtsfahrt von Fahrzeugen, insbesondere von Gliederzügen, erforderliche Daten wie den Deichselwinkel (θ_A) und den Trailerwinkel (θ_B) auf einfache Weise und mit hoher Zuverlässigkeit zu bestimmen.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung, aus der Zeichnung und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnung.

Bei einer Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen Verfahrens bestimmt man bei einer Geradeausfahrt charakteristischen Kanten und Linien des Anhängers sowie Entfernungen zu den Messpunkten (m_i) an der Vorderseite des Anhängers und bestimmt daraus die Breite (W) des Anhängers. Mit Hilfe der Breite (W) können die zur dem Zugfahrzeug zugewandten Vorderseite des Anhängers gehörenden Messpunkte (m_i) mit größerer Zuverlässigkeit erkannt werden. Ferner kann

mit Hilfe der genauen Kenntnis über die Breite (W) die Mitte der Vorderseite des Anhängers für die Bestimmung der Senkrechten (S) zur Ausgleichsgeraden (G) mit größerer Zuverlässigkeit bestimmt werden.

Bei einer weiteren Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen Verfahrens bestimmt man bei einer Geradeausfahrt charakteristischen Kanten und Linien des Anhängers sowie Entfernungen zu den Messpunkten (m_1) an der Vorderseite des Anhängers

und bestimmt daraus den Abstand (A) zwischen Zugfahrzeug und Anhänger.

Die Kenntnis des Abstands (A) trägt ebenfalls zur besseren Erkennung der dem Zugfahrzeug zugewandten Vorderseite des Anhängers gehörenden Messpunkte (m_1) bei.

Bei noch einer weiteren Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen Verfahrens bestimmt man bei einer Geradeausfahrt charakteristischen Kanten und Linien der Deichsel sowie Entfernungen zu den Messpunkten (m_1) an der Vorderseite des Anhängers und bestimmt daraus die Deichsellänge (D).

Konkrete Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren vereinfacht dargestellt und werden in der nachfolgenden Figurenbeschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche, funktionell gleiche oder ähnliche Bauteile beziehen. Dabei zeigen, jeweils schematisch:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Winkel und Größen zwischen Zugfahrzeug und Anhänger eines Gelenkzuges,

- Fig. 2 eine schematische Darstellung des vom bildgebenden Sensor erfassten Bildes beim Ankuppeln des Zugfahrzeugs an den Anhänger,
- Fig. 3 eine Darstellung eines vom bildgebenden Sensor aufgenommenen und in eine Zweifarbdarstellung umgewandelten Bildes, sowie
- Fig. 4 ein Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens,
- Fig. 5 eine weitere schematische Darstellung der Winkel und Größen zwischen Zugfahrzeug und Anhänger eines Gelenkzuges,

wobei nur die für das Verständnis der Erfindung erforderliche Merkmale bezeichnet sind.

Wege zur Ausführung der Erfindung:

Zur Bestimmung des Deichselwinkels (θ_A) und des Trailerwinkels (θ_B) eines aus Zugfahrzeug und Anhänger (2) mit lenkbarer Vorderachse und Deichsel (1) bestehenden Gelenkzuges ist auf dem Zugfahrzeug, vorzugsweise mittig oberhalb dessen Maulkupplung, ein nach hinten gerichteter bildgebender Sensor, beispielsweise eine Videokamera oder ein Laserscanner angeordnet. Die mit x und y bezeichneten Achsen eines seinen Ursprung im Brennpunkt des bildgebenden Sensors aufweisenden Koordinatensystems weisen dabei im Falle der x-Achse vom Zugfahrzeug aus nach hinten und im Falle der y-Achse querab zum Zugfahrzeug im rechten Winkel zur x-Achse. Die Koordinatenachsen sind dabei durch die Blickrichtung des bildgebenden Sensors vorgegeben, so dass ebenso denkbar ist, den nach hinten gerichteten, bildgebenden Sensor seitlich am Zugfahrzeug oder sogar beweglich, beispielsweise um dessen Hochachse schwenk- und/oder um dessen Querachse neigbar anzuordnen. Darüber hinaus muss der bildgebende Sensor nicht zwingend genau nach hinten ausgerichtet sein, da das Verfahren geeignet ist, derartige Ausrichtungsfehler zu kompensieren.

Aus den in Form eines Videostromes kontinuierlich vom bildgebenden Sensor erfassten Bildern des Anhängers (2) können die Winkel (θ_L) zwischen der vom Koordinatenursprung ausgehend links an der Vorderseite des Anhängers (2) vorbeiführende linken Streiflinie (L) und (θ_R) zwischen der vom Koordinatenursprung ausgehend rechts an der Vorderseite des Anhängers (2) vorbeiführende rechten Streiflinie (R) bestimmt werden. Vorzugsweise wird hierzu jeweils ein Modell auf die charakteristischen Kanten und Linien (4) der Deichsel (1) und die charakteristischen Kanten und Linien (5) mindestens der Vorderseite des Anhängers (2) gelegt.

Um eine möglichst genaue Erkennung der charakteristischen Kanten und Linien (4) und (5) der Deichsel (1) und des Anhängers (2) durchzuführen, ist vorgesehen, den Videostrom durch so genanntes Binärisieren in eine reine Zweifarbdarstellung umzuwandeln. Dies erfolgt durch eine insbesondere aus der elektronischen Bildbearbeitung bekannte Umwandlung der in Farbe oder in Graustufen vorliegenden Bilder, beispielsweise in eine Schwarzweiß-Darstellung mittels eines insbesondere beleuchtungsabhängig voreinstellbaren oder automatisch an die Beleuchtungssituation anpassbaren Schwellenwerts. Dabei wird jedes Pixel des Videostromes mit einem Wert größer als der Schwellenwert auf 1 und jedes Pixel mit einem Wert kleiner als der Schwellenwert auf 0 gesetzt.

In der Zweifarbdarstellung treten bei geeignet gewähltem Schwellenwert die charakteristischen Kanten und Linien (4) und (5) der Deichsel (1) und des Anhängers (2) deutlich hervor. Auf die charakteristischen Kanten und Linien (4) der Deichsel (1) wird ein Modell der Deichsel (1) gelegt. Durch iteratives Ausrichten des Modells der Deichsel beginnend bei

$\theta_A = 0^\circ$ auf den charakteristischen Kanten und Linien (4) der Deichsel (1) im zweifarbigen Bild wird der Deichselwinkel θ_A bestimmt. Es ist denkbar, die charakteristischen Kanten und Linien (4) der Deichsel (1) zur besseren Zuordenbarkeit mittels einer Hugh-Transformation zu filtern.

Ist der Deichselwinkel (θ_A) durch Iteration bestimmt, kann eine Bestimmung des Trailerwinkels (θ_B) durch Lösung der Gleichungen

$$L_{(x,y)} = \begin{pmatrix} L_x \\ L_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} D \cdot \cos \theta_A + \frac{W}{2} \cdot \sin \theta_B - d \cdot \cos \theta_B \\ D \cdot \sin \theta_A + \frac{W}{2} \cdot \cos \theta_B + d \cdot \sin \theta_B \end{pmatrix}$$

$$R_{(x,y)} = \begin{pmatrix} R_x \\ R_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} D \cdot \cos \theta_A - \frac{W}{2} \cdot \sin \theta_B - d \cdot \cos \theta_B \\ D \cdot \sin \theta_A - \frac{W}{2} \cdot \cos \theta_B + d \cdot \sin \theta_B \end{pmatrix}$$

und

$$\theta_L = \arctan \frac{L_y}{L_x}$$

$$\theta_R = \arctan \frac{R_y}{R_x}$$

erfolgen. Dazu wird ein Modell der Vorderseite des Anhängers (2) auf die charakteristischen Kanten und Linien (5) des Anhängers (2) gelegt, wodurch sich die Längen der Streiflinien (L) und (R) sowie deren Komponenten in x- und y-Richtung sowie die Winkel (θ_L) und (θ_R) besser bestimmen lassen.

Hierzu müssen vorab einige Größen des Anhängers (2) bekannt sein. Die wesentliche Größe der Deichsellänge (D) kann dabei während des Ankuppelns des Anhängers (2) an das Zugfahrzeug automatisch bestimmt werden. Während des Ankuppelns des Anhängers (2) steht das Zugfahrzeug ausreichend genau in einer Linie mit dem Anhänger (2) und dessen Deichsel (1). Das

zu diesem Zeitpunkt vom bildgebenden Sensor erfasste Bild mit der Deichsel (1), der Vorderseite und den Reifen (3) des Anhängers (2) ist in Fig. 2 dargestellt. Mit Kenntnis der Breite (W) des Anhängers (2) und des Abstandes (d) des Drehpunktes der Deichsel (1) von der Vorderseite des Anhängers (2) ist anhand der Gleichung

$$D = \frac{f \cdot W}{\text{abs}(L_y - R_y)} + d$$

die Deichsellänge (D) bestimmbar. Die Größen W, d und f sind beispielsweise einer Datenbank entnehmbar oder manuell eingebbar. Dabei ist f die Brennweite des bildgebenden Sensors und L_y und R_y die im Bild unter Rückgriff auf die Breite (W) des Anhängers (2) bestimmbaren Abstände der linken und der rechten Seite der Vorderseite des Anhängers (2) orthogonal zur x-Achse. Ist die Breite (W) des Anhängers (2) nicht bekannt, wird von einem Standardwert von 2,5 m ausgegangen. Marktübliche Anhänger (2) weichen von dieser Breite um etwa $\pm 0,1$ m ab, woraus sich insbesondere bei der späteren Berechnung des Deichselwinkels (θ_A) und des Trailerwinkels (θ_B) ein maximaler Fehler von lediglich $\pm 2^\circ$ ergibt.

Mit der zusätzlichen Kenntnis der Deichsellänge (D) kann nunmehr kontinuierlich aus dem Videostrom die Länge der linken (L) und der rechten (R) Streiflinie beziehungsweise deren Komponenten in x- und y-Richtung berechnet und so der Deichselwinkel (θ_A) und der Trailerwinkel (θ_B) kontinuierlich ermittelt werden.

Vorzugsweise wird das Verfahren in Verbindung mit einer elektronischen Datenverarbeitungseinrichtung durchgeführt, welche die Schritte des Verfahrens mit Hilfe eines Softwareprogramms automatisch ausführt. Dieses

Softwareprogramm verfügt dabei vorzugsweise für verschiedene Anhänger (2) über verschiedene voreinstellbare Parameter und ist dabei vorzugsweise in der Lage, zum Zweck einer automatischen Anpassung und Umstellung der Parameter diese Anhänger (2) sowie gegebenenfalls die Art des Aufbaus des Anhängers (2), beispielsweise ob es sich um einen Containeranhänger, eine Pritsche oder dergleichen handelt, automatisch zu erkennen.

Kern der Erfindung ist es, ohne als mechanische Geber ausgeführte Winkelsensoren und ohne spezielle Markierungen, ausschließlich unter Verwendung eines bildgebenden Sensors den Deichselwinkel (θ_A) und den Trailerwinkel (θ_B) des Anhängers (2) eines Gelenkzuges bestimmen zu können.

Dabei ist es selbstverständlich ebenso denkbar, das Verfahren zur Bestimmung des Trailerwinkels (θ_B) eines Sattelzuges anzuwenden, um gegenüber dem Stand der Technik auf besondere Markierungen am Sattelaufliieger verzichten zu können.

Fig. 5 zeigt in einer stark vereinfachten Prinzipdarstellung einen Gelenkzug (6) mit einem Zugfahrzeug (7) und einem Anhänger (2). Der Anhänger (2) ist über eine Deichsel (1) an das Zugfahrzeug (7) gekoppelt. Das Zugfahrzeug (7) weist eine Längsachse (9) auf. Ebenso weist der Anhänger (2) eine Längsachse (10) auf. Ferner weist das Zugfahrzeug (7) einen Laserscanner (11) auf, der an der rückwärtigen Wand des Zugfahrzeugs (7) in deren horizontalen Mitte angeordnet ist. Der objektseitige (d.h. dem Anhänger zugewandte) Brennpunkt des Laserscanners (11) bildet den Koordinatenursprung (0) eines zweidimensionalen kartesischen Koordinatensystems, bei dem die x-Achse parallel zur Längsachse (9) des Zugfahrzeugs ausgerichtet ist. In der Projektion der in Fig. 5 gezeigten Draufsicht, fallen x-Achse und Längsachse (9) zusammen. Die

Längsachse (9) des Zugfahrzeugs (7) und die Längsachse (8) der Deichsel (1) schneiden sich im Koordinatenursprung (0), die Längsachse (10) des Anhängers (3) und die Längsachse (8) der Deichsel (1) schneiden sich im Schnittpunkt (P_1) und die beiden Längsachsen (9, 10) schneiden sich im Schnittpunkt (P_2). Die Schnittpunkte (0, P_1 , P_2) der drei Längsachsen (8, 9, 10) bilden ein Dreieck mit den drei Winkeln (θ_A , θ_B , θ_C), wobei der Deichselwinkel (θ_A) der Winkel zwischen der Längsachse (8) der Deichsel (1) und der Längsachse (9) des Zugfahrzeugs (7) ist;

der Trailerwinkel (θ_B) der Winkel zwischen der Längsachse (10) des Anhängers (3) und der Längsachse (9) des Zugfahrzeugs (7);

und der Anhängerlenkwinkel (θ_C) der Winkel zwischen der Längsachse (10) des Anhängers (3) und der Längsachse (8) der Deichsel (1).

Die Länge (D) der Deichsel (1) entspricht dem Abstand zwischen dem Koordinatenursprung (0) und dem Drehpunkt (P_1) der Deichsel (1); die Breite (W) des Anhängers (2) entspricht dem Abstand zwischen der linken und der rechten Ecke seiner dem Zugfahrzeug (7) zugewandten Vorderseite; und der Abstand (A) zwischen Zugfahrzeug (7) und Anhänger (2) entspricht dem Abstand zwischen der dem Anhänger (2) zugewandten Rückseite des Zugfahrzeugs (7) und der dem Zugfahrzeug (7) zugewandten Vorderseite des Anhängers (2) bei Geradeausfahrt, d.h. wenn die Längsachse (9) des Zugfahrzeugs (7) und die Längsachse (10) des Anhängers (2) parallel sind.

Prinzipiell können die Breite (W) des Anhängers (2), die Deichsellänge (D) und/oder der Abstand (A) zwischen Zugfahrzeug (7) und Anhänger (2) aus vorhergegangenen Messungen bekannt und abrufbar in einer Datenspeichereinrichtung hinterlegt sein. Im vorliegenden Beispiel werden jedoch Breite (W), Deichsellänge (D) und

Abstand (A) mit Hilfe des Laserscanners (11) bei Geradeausfahrt regelmäßig vermessen und in einer Datenspeichereinrichtung hinterlegt, um die Zuverlässigkeit dieser Daten zu verbessern.

Die Deichsellänge (D) kann beispielsweise wie folgt bestimmt werden: Bei einer Geradeausfahrt, steht das Zugfahrzeug (7) ausreichend genau in einer Linie mit dem Anhänger (2) und dessen Deichsel (1) (d.h. die Längsachsen (8, 9, 10) sind annähernd parallel ausgerichtet). Mit Kenntnis der Breite (W) des Anhängers (2) und des Abstandes (d) des Drehpunkts (P₁) der Deichsel (1) von der Vorderseite des Anhängers (2) ist anhand der Gleichung

$$D = \frac{f \cdot W}{\text{abs}(L_y - R_y)} + d$$

die Deichsellänge (D) bestimmbar. Die Größen W, d und f sind beispielsweise einer Datenbank entnehmbar, manuell eingebbar oder mit dem Laserscanner (11) ausmessbar. Dabei ist f die Brennweite des Laserscanners und L_y und R_y die im Bild unter Rückgriff auf die Breite (W) des Anhängers (2) bestimmbaren Abstände der linken und der rechten Ecke der Vorderseite des Anhängers (2) orthogonal zur x-Achse. Ist die Breite (W) des Anhängers (2) nicht bekannt, kann z.B. von einem Standardwert von 2,5 m ausgegangen. Marktübliche Anhänger (2) weichen von dieser Breite nur um etwa ± 0,1 m ab, woraus sich insbesondere bei der späteren Berechnung des Deichselwinkels (θ_A) und des Anhängerwinkels (θ_B) ein zu vernachlässigend geringer Fehler ergibt.

Der Laserscanner (11) ist so an der Rückseite des Zugfahrzeugs (7) montiert, dass er in seiner Sichtebeine den Anhänger (2) zumindest in seiner vollen Breite (W) vermessen

kann. Dabei kann der Laserscanner (11) prinzipiell auch nicht in der horizontalen Mitte der Rückseite des Zugfahrzeugs (7) angeordnet sein. In diesem Fall ist jedoch die Verrückung des Laserscanners (11) aus der horizontalen Mitte in einfacher Weise feststellbar, sodass der Ursprung des kartesischen Koordinatensystems beispielsweise durch eine einfache Transformation rechnerisch in die horizontale Mitte der Rückseite des Zugfahrzeugs (7) gerückt werden kann.

Die Kupplung, über die der Anhänger (2) über seine Deichsel (1) an das Zugfahrzeug (7) angekoppelt ist, ist ebenfalls in der horizontalen Mitte der Rückseite des Zugfahrzeugs (7) angeordnet und fällt in der Projektion der in der Fig. dargestellten Draufsicht mit dem Ursprung (0) des kartesischen Koordinatensystems zusammen.

Beim Rangieren, insbesondere beim Rückwärtsfahren, tastet der Laserscanner (11) das rückwärtige Umfeld des Zugfahrzeugs (7) in einer Ebene ab. Dazu sendet er alle $0,25^\circ$ einen Laserstrahl aus. Über die Laufzeit des reflektierten Lichts kann dann die Entfernung des reflektierenden Messpunktes (m_i) berechnet werden.

Auf diese Art werden i Entfernungsmessdaten zu i Messpunkten (m_i) gewonnen (i = natürliche Zahl), mit deren Hilfe sich die Vorderseite des Anhängers (2) erkennen lässt. Die Vorderseite befindet sich dort, wo die Entfernungsmessdaten abrupt kleiner werden, sich dann nur wenig ändern (zu- oder abnehmen) und dann abrupt wieder größer werden. Die Ecken der Vorderseite des Anhängers (2) befinden sich dort, wo die abrupten Entfernungsänderungen festgestellt werden. Mit Hilfe der zuvor bestimmten Breite (W) des Anhängers (2) lassen sich mit hoher Zuverlässigkeit alle zur Vorderseite des Anhängers (2) gehörigen Messpunkte (m_i) bestimmen.

Durch die zur Vorderseite des Anhängers (2) gehörigen Messpunkte (m_i) wird eine Ausgleichsgerade (G) gelegt, deren Lage im kartesischen Koordinatensystem somit bekannt ist. Schließen die Längsachsen (9, 10) von Zugfahrzeug (7) und Anhänger (2) einen Winkel $\theta_c \neq 180^\circ$ ein, so liegt die Ausgleichsgerade (G) schräg in der Ebene hinter dem Laserscanner (11).

Mit der bekannten Breite (W) des Anhängers (2) kann nun eine Senkrechte (S) zur Ausgleichsgeraden (G) ermittelt werden, die durch die horizontale Mitte der Vorderseite des Anhängers (2) geht und die somit parallel zur Längsachse (10) des Anhängers (2) ausgerichtet ist. In der Projektion der Draufsicht von Fig. 5 fallen Längsachse (10) und Senkrechte (S) zusammen. Auf dieser Senkrechten (S) liegt der Drehpunkt (P_1) der Deichsel (1) des Anhängers (2).

Da die Deichsel (1) im Koordinatenursprung (O) beginnt und ihre Länge (D) bis zum Drehpunkt (P_1) bekannt ist und der Drehpunkt (P_1) ferner auf der Senkrechten (S) liegt, kann die Lage des Drehpunkts (P_1) im kartesischen Koordinatensystem bestimmt werden: P_1 ist der Schnittpunkt eines Kreises mit dem Radius (D) um den Ursprung (O) mit der Senkrechten (S).

Ferner ist die Lage der Senkrechten (S) bekannt, sodass deren Schnittpunkt (P_2) mit der x-Achse bestimmt werden kann.

Die Punkte Ursprung (O), Drehpunkt (P_1) und Schnittpunkt (P_2) bilden ein Dreieck, dessen drei Winkel (θ_A , θ_B , θ_C) auf einfache Weise z.B. durch Ausmessen oder ein geeignetes Computerprogramm bestimmt werden können. Die Kenntnis von zumindest zwei dieser drei Winkel (θ_A , θ_B , θ_C) liefert auf einfache Weise und mit hoher Zuverlässigkeit nützliche

Lenkhinweise z.B. für das Rangieren, insbesondere Rückwärtsfahren mit dem Gelenkzug (6).

Das Verfahren wird vorzugsweise nach einer Aktivierung vorzugsweise kontinuierlich durchgeführt.

Gewerbliche Anwendbarkeit:

Die Erfindung ist insbesondere im Bereich der Herstellung von Gelenkzügen sowie bei der Herstellung von Fahrassistenzvorrichtungen für Gelenkzüge gewerblich anwendbar.

Bezugszeichenliste

1	Deichsel
2	Anhänger (Trailer)
3	Reifen
4	charakteristische Linie oder Kante der Deichsel
5	charakteristische Linie oder Kante der Vorderseite des Anhängers
6	Gelenkzug (Gliederzugzug)
7	Zugfahrzeug
8	Längsachse der Deichsel
9	Längsachse des Zugfahrzeugs
10	Längsachse des Anhängers
11	Laserscanner
A	Abstand zwischen Zugfahrzeug und Anhänger
D	Länge der Deichsel
G	Ausgleichsgerade
d	Abstandes des Drehpunkts der Deichsel von der Vorderseite des Anhängers
f	Brennweite des bildgebenden Sensors (Laserscanner)
L_y, R_y	Abstände der linken und der rechten Ecke der Vorderseite des Anhängers orthogonal zur x-Achse
m_i	Messpunkte
O	Ursprung
P_1	Drehpunkt der Deichsel
P_2	Schnittpunkt
S	Senkrechte
θ_A	Deichselwinkel
θ_B	Trailerwinkel (Anhängerwinkel)
θ_C	Anhängerlenkwinkel
W	Breite des Anhängers

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung mindestens des Deichselwinkels (θ_A) und des Trailerwinkels (θ_B) eines Anhängers (2) eines Gelenkzuges (6), wobei aus einem Videostrom eines bildgebenden Sensors (11) charakteristische Kanten und Linien (4, 5) mindestens der Deichsel (1) und der Vorderseite des Anhängers (2) ermittelt werden, aus deren geometrischen Verhältnissen und/oder relativer Lage zueinander mindestens der Deichselwinkel (θ_A) und der Trailerwinkel (θ_B) des Anhängers (2) bestimmt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst anhand der relativen Lage und/oder der geometrischen Verhältnisse der charakteristischen Linien und Kanten (4) der Deichsel (1) der Deichselwinkel (θ_A) zwischen Zugfahrzeug (7) und Deichsel (1) bestimmt wird und anschließend anhand der relativen Lage und/oder der geometrischen Verhältnisse der charakteristischen Linien und Kanten (5) mindestens der Vorderseite des Anhängers (2) der Trailerwinkel (θ_B) zwischen Zugfahrzeug (7) und Anhänger (2) bestimmt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Bestimmung der geometrischen Verhältnisse und der relativen Lage der charakteristischen Kanten und Linien (4, 5) der Deichsel (1) und mindestens der Vorderseite des Anhängers (2) ein Koordinatensystem, dessen Ursprung (0) vorzugsweise im Brennpunkt (f) des bildgebenden Sensors (11) liegt, verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur genauen Bestimmung mindestens des Deichselwinkels (θ_A) und/oder des Trailerwinkels (θ_B) neben den geometrischen Verhältnissen und/oder der relativen Lage der charakteristischen Kanten und Linien (4, 5) jeweils der Deichsel (1) und der Vorderseite des Anhängers (2) zueinander, zusätzliche, anhängerspezifische Daten, insbesondere der Abstand (d) des Drehpunktes der Deichsel (1) von der Vorderseite des Anhängers (2), die Länge (D) der Deichsel (1), sowie die Breite (W) des Anhängers (2), berücksichtigt werden, welche entweder manuell eingegeben, einer Datenbank entnommen, oder während des Ankuppelns automatisch bestimmt werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Bestimmung des Deichselwinkels (θ_A) zunächst eine 2D-Ableitung des Videostromes des bildgebenden Sensors (11) und anschließend eine Binärisierung mit einem Schwellenwert durchgeführt wird, so dass die charakteristischen Kanten und Linien (4) der Deichsel (1) eindeutig hervortreten, wonach aus dem binärisierten Videostrom anschließend die charakteristischen Kanten und

Linien (4) mittels einer Hugh-Transformation gefiltert werden und ein Modell der Deichsel (1) auf die gefilterten Kanten und Linien platziert wird, um anschließend mit einem Iterations-Algorithmus die Lage des Modells auf den gefilterten Kanten und Linien so weit zu optimieren, bis der tatsächliche Deichselwinkel (θ_A) gefunden ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Bestimmung des Trailerwinkels (θ_B) zusätzlich ein Modell der Vorderseite des Anhängers (2) auf die nach der Hugh-Transformation gefilterten Kanten und Linien gelegt wird, welches ebenfalls durch einen Iterations-Algorithmus in seiner Lage auf den gefilterten Kanten und Linien so weit optimiert wird, bis die Lage des Modells mit der Lage der charakteristischen Kanten und Linien der Vorderseite des Anhängers (2) im Videostrom übereinstimmen, wobei anschließend anhand des Deichselwinkels (θ_A) und der Lage der charakteristischen Kanten und Linien der Vorderseite des Anhängers (2) eine geometrische Berechnung des Trailerwinkels (θ_B) erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Bestimmung des Trailerwinkels (θ_B) zwei vom Brennpunkt (f) des bildgebenden Sensors (11) ausgehende und an der linken und rechten Kante der Vorderseite des Anhängers (2) jeweils unter einem Streifwinkel vorbeistreifenden Streiflinien verwendet werden, welche in ihre Komponenten in einem Koordinatensystem, dessen Ursprung (0) vorzugsweise im Brennpunkt (f) des bildgebenden Sensors (11) liegt, zerlegt werden, so dass

eine Bestimmung des Trailerwinkels (θ_B) durch Lösung der Gleichungen

$$L_{(x,y)} = \begin{pmatrix} L_x \\ L_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} D \cdot \cos \theta_A + \frac{W}{2} \cdot \sin \theta_B - d \cdot \cos \theta_B \\ D \cdot \sin \theta_A + \frac{W}{2} \cdot \cos \theta_B + d \cdot \sin \theta_B \end{pmatrix}$$

$$R_{(x,y)} = \begin{pmatrix} R_x \\ R_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} D \cdot \cos \theta_A - \frac{W}{2} \cdot \sin \theta_B - d \cdot \cos \theta_B \\ D \cdot \sin \theta_A - \frac{W}{2} \cdot \cos \theta_B + d \cdot \sin \theta_B \end{pmatrix}$$

und

$$\theta_L = \arctan \frac{L_y}{L_x}$$

$$\theta_R = \arctan \frac{R_y}{R_x}$$

erfolgt.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Verbesserung der Genauigkeit zusätzlich ein
Modell der Ladefläche auf im binärisierten Videostrom
erkennbare charakteristische Kanten und Linien der
Ladefläche gelegt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass zusätzlich ein Kallmanns-Filter verwendet wird.
10. Verfahren zur Bestimmung mindestens des Deichselwinkels
(θ_A) und des Anhängerwinkels (θ_B) eines Anhängers (2)
eines Gliederzugs (6), wobei aus einem Videostrom eines
Laserscanners (11) charakteristische Kanten und Linien
mindestens der Deichsel (1) und der Vorderseite des
Anhängers (2) ermittelt werden, aus deren geometrischen
Verhältnissen und/oder relativer Lage zueinander

mindestens der Deichselwinkel (θ_A) und der Trailerwinkel (θ_B) des Anhängers (2) bestimmt werden,

dadurch gekennzeichnet,

dass man

a) mit Hilfe des Laserscanners (11) die Entfernungen zu Messpunkten (m_i) an der Vorderseite des Anhängers (2) ermittelt, wobei die Messpunkte (m_i) in der Ebene eines zweidimensionalen kartesischen Koordinatensystems liegen, dessen Ursprung (O) der Laserscanner (11) ist und dessen x-Achse parallel zur Längsachse (9) des Zugfahrzeugs (7) verläuft;

b) eine Ausgleichsgerade (G) durch alle Messpunkte (m_i) bestimmt;

c) eine die Mitte der Ausgleichsgeraden (G) schneidende Senkrechte (S) bestimmt, wobei die Senkrechte (S) parallel zur Längsachse (10) des Anhängers (2) verläuft;

d) mit Hilfe der Länge der Deichsel (D) und der Lage der Senkrechten (S) den Drehpunkt (P_1) der Deichsel (1) bestimmt;

e) den Schnittpunkt (P_2) der Senkrechten (S) mit der x-Achse bestimmt;

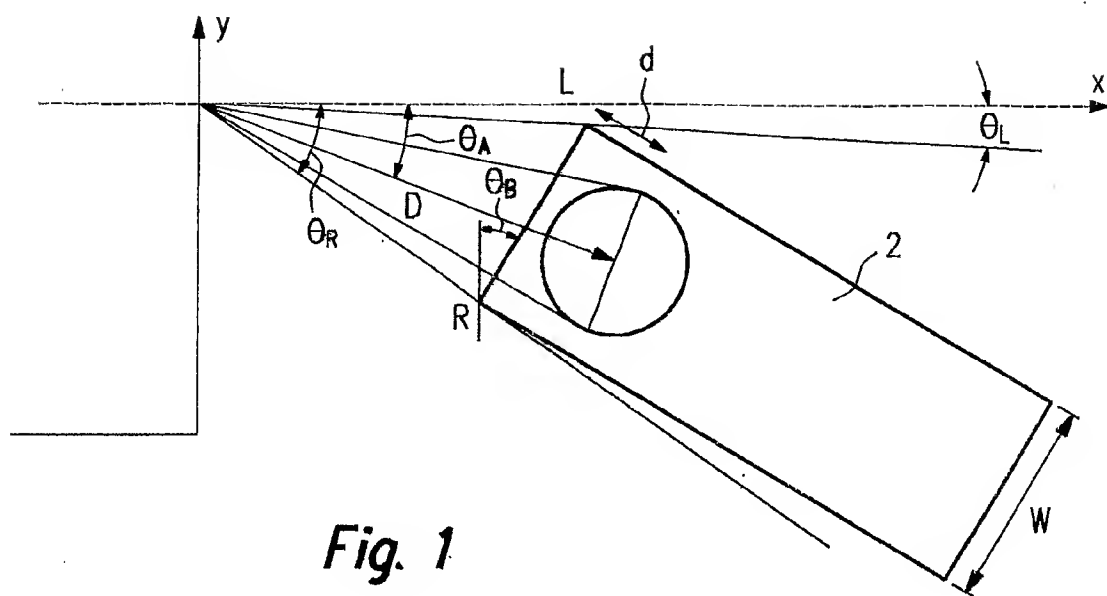
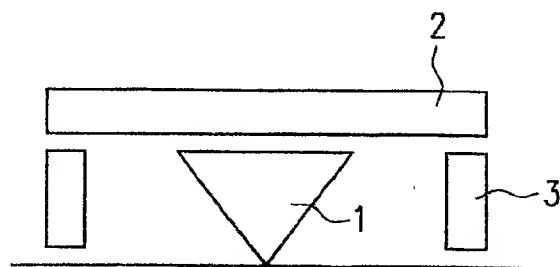
f) die Winkel (θ_A , θ_B , θ_C) in dem aus Ursprung (O), Drehpunkt (P_1) und Schnittpunkt (P_2) gebildeten Dreieck bestimmt, wobei es sich

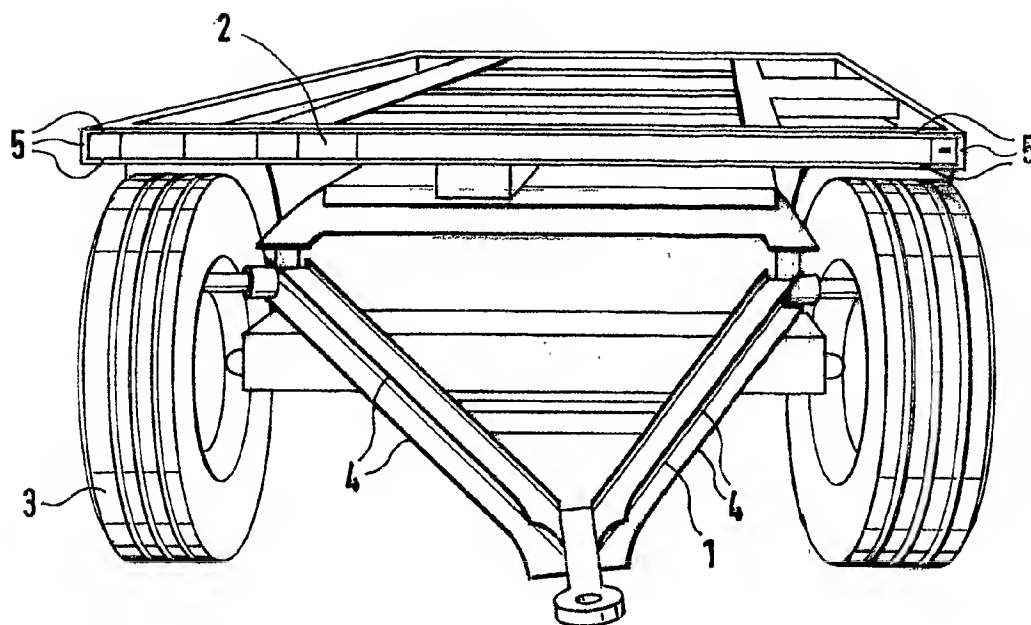
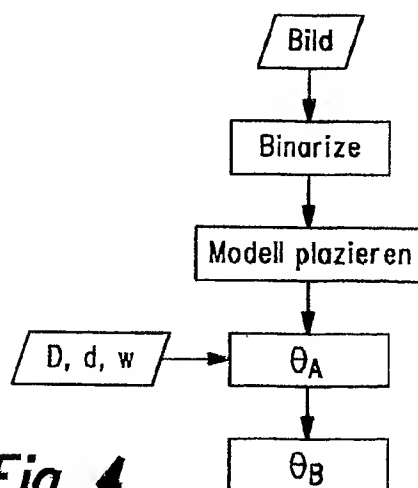
bei dem Winkel zwischen der Längsachse (8) der Deichsel (1) und der Längsachse (9) des Zugfahrzeugs (7) um den Deichselwinkel (θ_A) handelt;

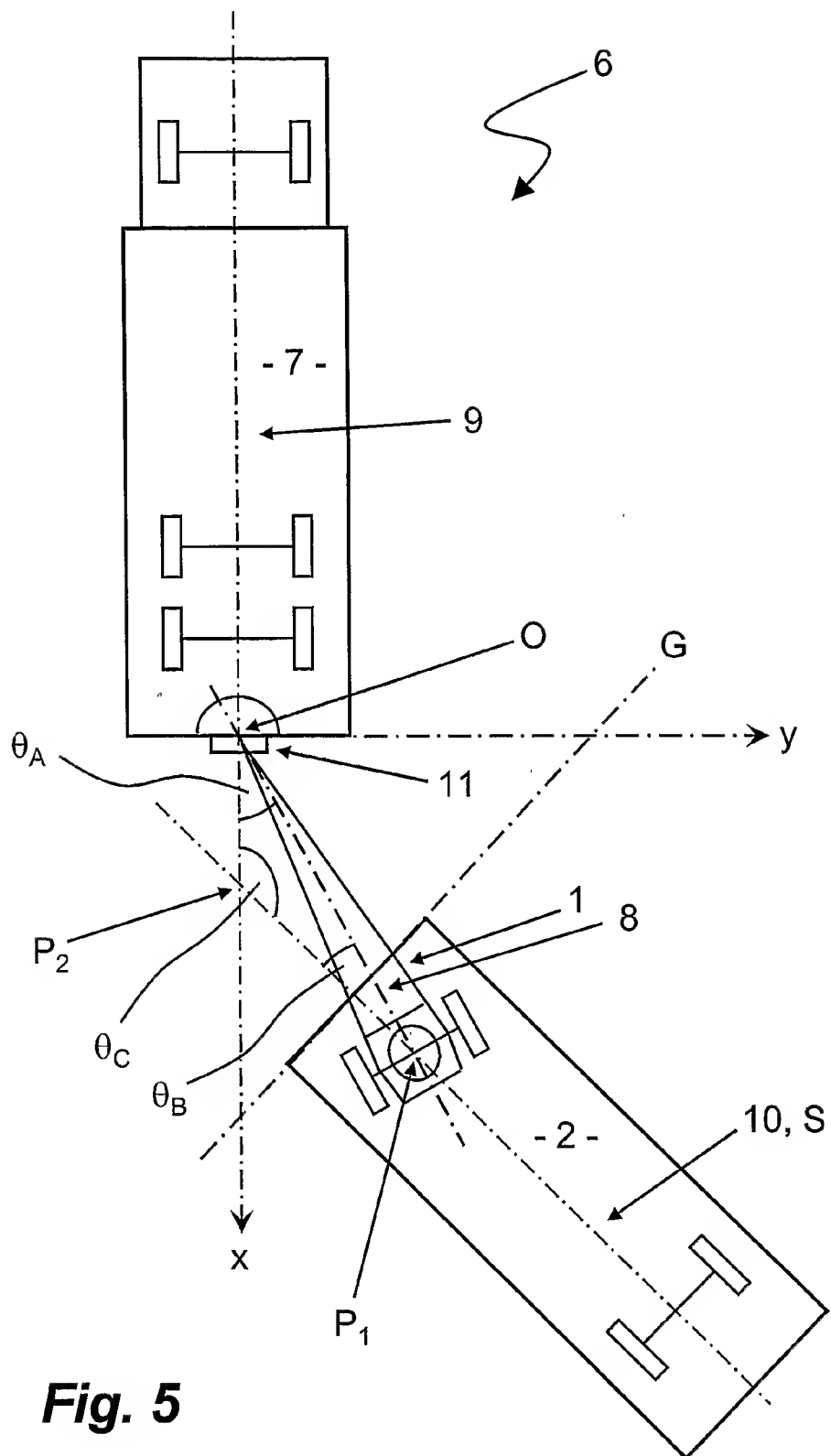
bei dem Winkel zwischen den Längsachsen (10, 9) von Anhänger (2) und Zugfahrzeug (7) um den Trailerwinkel (θ_B) handelt;

und bei dem Winkel zwischen der Längsachse (10) des Anhängers (2) und der Längsachse (8) der Deichsel (1) um den Anhängerlenkwinkel (θ_C) handelt.

11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass man anhand der mit Hilfe des Laserscanners (11) bei einer Geradeausfahrt ermittelten charakteristischen Kanten und Linien des Anhängers (2) und bei einer Geradeausfahrt gemessenen Entfernungen zu den Messpunkten (m_i) an der Vorderseite des Anhängers (2) die Breite (W) des Anhängers (2) bestimmt.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass man anhand der mit Hilfe des Laserscanners (11) bei einer Geradeausfahrt ermittelten charakteristischen Kanten und Linien des Anhängers (2) und bei einer Geradeausfahrt gemessenen Entfernungen zu den Messpunkten (m_i) an der Vorderseite des Anhängers (2) den Abstand (A) zwischen Zugfahrzeug (7) und Anhänger (2) bestimmt.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass man anhand der mit Hilfe des Laserscanners (11) bei einer Geradeausfahrt ermittelten charakteristischen Kanten und Linien der Deichsel (1) und bei einer Geradeausfahrt gemessenen Entfernungen zu den Messpunkten (m_i) an der Vorderseite des Anhängers (2) die Deichsellänge (D) bestimmt.

**Fig. 1****Fig. 2**

**Fig. 3****Fig. 4**



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/010920

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B62D13/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B62D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 195 26 702 A1 (ROOS, HORST J., PROF. DR.-ING., 74189 WEINSBERG, DE; BUEHRER, REINER K) 6 February 1997 (1997-02-06) column 6, line 16 - column 11, line 20; figures 1-8	1-13
A	FR 2 666 295 A (ACTM) 6 March 1992 (1992-03-06) page 3, line 28 - page 7, line 10; figures 1-3	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 December 2005

Date of mailing of the international search report

21/12/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kamara, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

mation on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/010920

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19526702	A1	06-02-1997	NONE
FR 2666295	A	06-03-1992	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/010920

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
B62D13/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B62D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 195 26 702 A1 (ROOS, HORST J., PROF. DR.-ING., 74189 WEINSBERG, DE; BUEHRER, REINER K) 6. Februar 1997 (1997-02-06) Spalte 6, Zeile 16 - Spalte 11, Zeile 20; Abbildungen 1-8	1-13
A	FR 2 666 295 A (ACTM) 6. März 1992 (1992-03-06) Seite 3, Zeile 28 - Seite 7, Zeile 10; Abbildungen 1-3	1-13

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Dezember 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

21/12/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kamara, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung

» zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/010920

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19526702	A1	06-02-1997	KEINE
FR 2666295	A	06-03-1992	KEINE